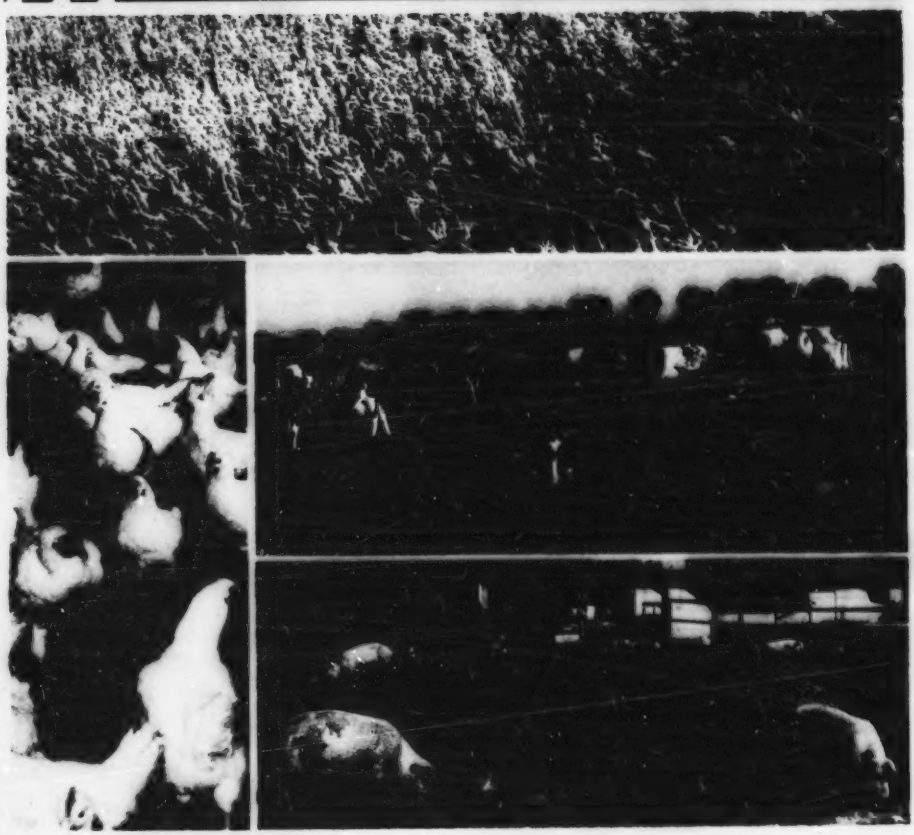
Vomitoxin and zearalenone in animal feeds

Agriculture Canada

Publication 1745 E



Canada

PUBLICATION 1745/E, available from Communications Branch, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

©Minister of Supply and Services Canada 1982
Cat. No. A63—1745/1982E ISBN: 0-662-12173-2
Printed 1982 Reprinted 1986 5M-2:86

103-00273/

Vomitoxin and zearalenone in animal feeds

H. L. Trenholm, D. W. Friend and R. M. G. Hamilton
Animal Research Centre, Ottawa, Ontario

B. K. Thompson
Engineering and Statistical Research Institute, Ottawa, Ontario

Introduction

Mold contamination of grain crops is an area of concern to Canadian livestock and poultry industries. The presence of molds and their toxic metabolites, known as mycotoxins, poses an important threat to animal health and productivity.

Mold spores, which are widely distributed in nature, infect growing plants and grain during and after harvest. Under suitable environmental conditions of temperature and high humidity, spores start to grow. Evidence of fungus or mold contamination soon becomes visible. Some molds only reduce the nutritive value and palatability of feeds, whereas others, which may appear harmless, produce mycotoxins during their growing cycle. When these toxins are present, farm animals may refuse to eat infected feeds, or if they do eat them, they may become ill.

Livestock that consume feedstuffs with a high level of mycotoxin contamination may quickly experience severe reactions such as vomiting, damage to internal organs, and bloody feces, and they may even die. Lower levels may result in reduced feed intake and animal growth and, by decreasing the animal's resistance to infection, may generate other secondary health problems.

There are gaps in our understanding of how molds grow and produce their toxic metabolites. A substantial part of our current body of knowledge of mycotoxin action is based on circumstantial evidence, arising from reports of decreased animal performance and of mortality. The potential toxicity of mycotoxins supports the case for needed cautious management of contaminated feeds.

Mycotoxin contamination of feedstuffs

Isolated incidents of feed refusal, vomiting, and other forms of illness have been reported in areas of Canada where mycotoxin contamination of feeds has been suspected. The potential for a serious outbreak of mold-induced toxicity is always present. However, there has not been a well-documented case of a mycotoxin identified as the specific cause of livestock illness. In 1980, the extensive sprouting of winter wheat and mold growth on kernels in the field alerted the staff of Agriculture Canada to the possible threat of mycotoxin contamination, which could affect animal health and productivity. Vomitoxin was detected not only in the winter wheat, but also in the 1981 spring wheat crop in Eastern Canada. The pink color on the wheat was identified as *Fusarium* mold, which can grow on plants and produce mycotoxins in certain parts of Canada with temperate climates. Although low temperatures with high moisture levels seem to be conducive to mold growth, the single or combination of environmental conditions that are necessary for the production of mycotoxins by molds and the agents that can be used to prevent mold growth and toxin formation are not fully understood.

Sometimes *Fusarium* molds produce vomitoxin; sometimes they produce zearalenone, which could also be the source of feedstuff contamination, and sometimes they produce both toxins.

Vomitoxin

The current concern is vomitoxin. There is no reason to assume, however, that vomitoxin will be the mycotoxin problem during a future crop year. In any crop or region of Canada, other mycotoxin(s) may be of greater importance. Vomitoxin contamination has been recently highlighted because environmental conditions seem to have favored vomitoxin production, and precise analytical methods have been available for its detection.

Vomitoxin has been identified only recently as a naturally occurring mycotoxin. Its presence has been found in corn and wheat in Eastern Canada. Its chemical structure is similar to a group of toxins called "trichothecenes" that for many years have been considered a serious health hazard to farm animals and humans. Therefore, it is necessary to be careful when feeding vomitoxin-contaminated plant products.

Reports of feed refusal and vomiting in animals that had eaten moldy grains date back to the early 1900's. Vomiting was first observed in swine after ingestion of moldy corn and "scabby" grains. Hogs refused to eat corn that was acceptable to cattle and poultry.

In many cases of vomiting, decelerated growth rate, and weight loss, vomitoxin was detected in the feed supply involved. In feeding trials with naturally

contaminated wheat at the Animal Research Centre, Ottawa, vomiting was not observed when pigs were fed diets containing up to 0.7 ppm (mg/kg) vomitoxin. However, when pigs were given diets with low levels of vomitoxin (0.3–0.7 ppm), some reductions were observed in feed consumption and weight gains.

Poultry appear to be more tolerant than swine of vomitoxin. In studies carried out at the Animal Research Centre, no differences in weight gain or feed efficiency were reported between White Leghorn or broiler chicks consuming naturally contaminated feed containing up to 0.7 ppm vomitoxin and chicks given control diets free from vomitoxin. When young White Leghorn hens were fed dietary concentrations up to 0.7 ppm vomitoxin, no effects on feed intake and efficiency, egg production, or mortality were observed. However, there was a slight decrease in egg and shell weight, percentage of shell, and shell thickness.

Further experiments are necessary before the toxicity of vomitoxin in poultry can be correctly assessed.

Zearalenone

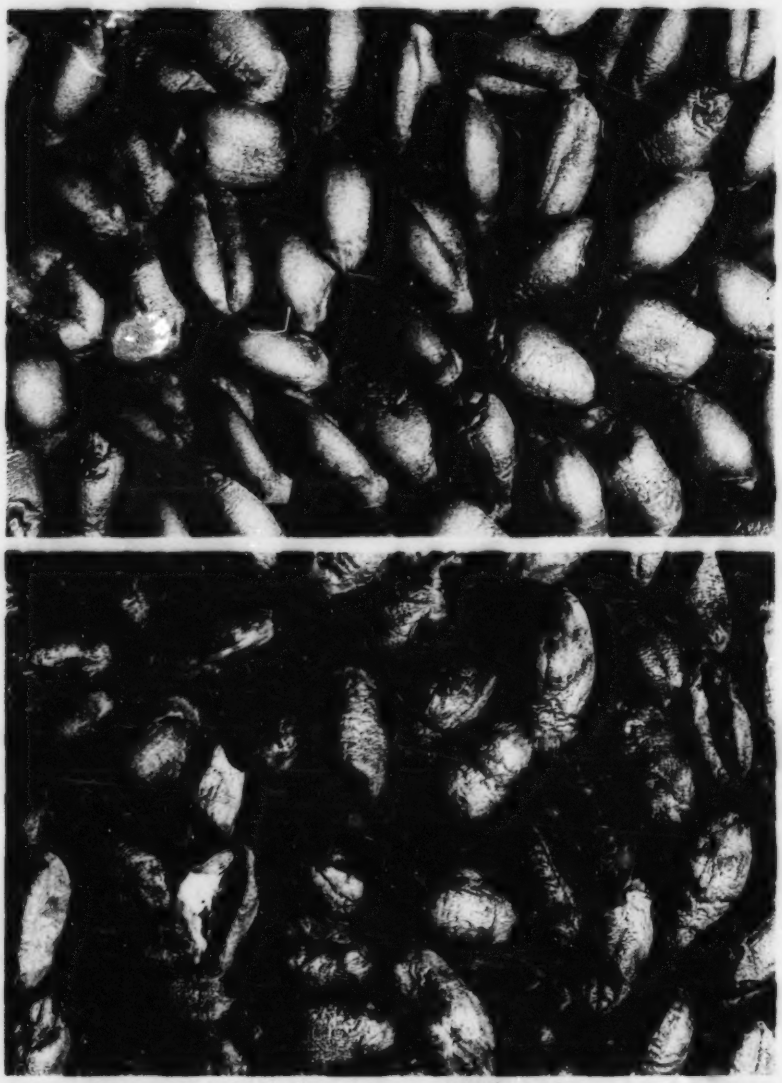
Zearalenone can produce reproductive problems (estrogenic effects) in farm animals, especially pigs. This mycotoxin has been found in grain grown in Eastern Canada.

Canadian researchers have carried out studies of *Fusarium*-contaminated corn fed to swine. Females exhibited prolonged estrus (heat), whereas boars lacked sex drive (libido). No conceptions occurred during the 4-month feeding trial. Also, research indicates that dietary zearalenone can be excreted in the milk of a sow, producing clinical symptoms in its piglets.

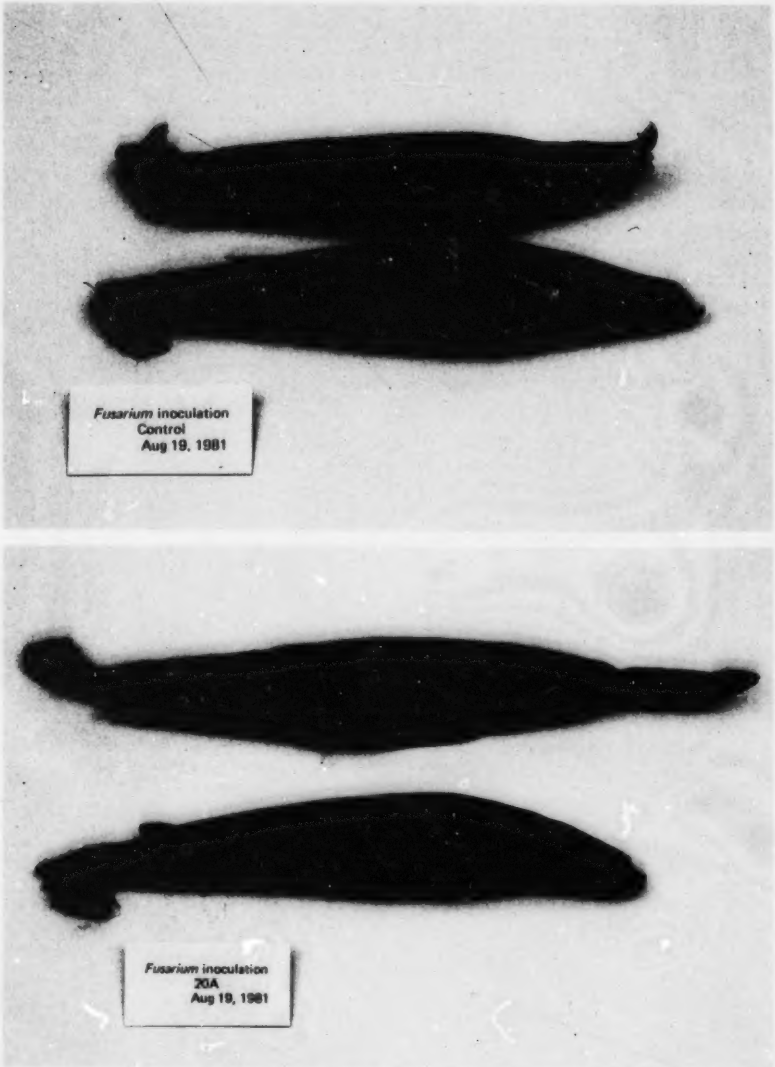
In swine, zearalenone has been associated with other reproductive problems, including abortion, fetal mummification, stillbirths, reduced litter size, and "splaylegs" incoordination of the hind limbs. The estrus syndrome is not confined to swine. Reproductive problems in cattle have been linked to the presence of dietary zearalenone. Unfortunately, however, little research has been carried out with ruminants.

In contrast with the strong evidence of reproductive effects, there is little to show that zearalenone-contaminated diets affect feed intake or weight gain or are a direct cause of death.

Poultry appear to tolerate high levels of zearalenone in their diet. Results of experiments with chickens, as reported in the scientific journals, indicate that oral doses of gram quantities of zearalenone were not lethal. However, if birds eat excessive amounts of zearalenone, the resulting zearalenone residues in meat and eggs may pose a health hazard for humans.



Kernels from uncontaminated wheat (upper) and wheat containing 7 ppm vomitoxin (lower). Notice the pink burgundy color on the kernels selected from the contaminated wheat source.



These corn cobs are from a study of field inoculation with *Fusarium* mold. Cobs not inoculated with mold are at the top. The mold growth on the inoculated cobs (lower) shows the burgundy color of *Fusarium* mold.

Conclusions

There are no simple rules or guidelines that can be adopted for moldy feed diets for farm animals and poultry. The problem is doubled-edged: molds rarely produce toxins in concentrations high enough to cause problems, but, when toxicosis does occur, economic losses can be devastating. Visual examination of the feed can alert the producer to potential dangers. Chemical analysis of feeds to accurately determine levels of common mycotoxins is expensive, time consuming, and presently not readily available across Canada.

Be careful if you are feeding moldy grains. They should be mixed with mold-free feed and tested for toxicity in small quantities with a few animals only. If symptoms appear, withdraw the contaminated feed. Do not give contaminated feed to animals ready for slaughter. Unfortunately, practical methods for decontaminating feedstuffs containing mycotoxins have not yet been developed.

Understanding of mycotoxins has advanced to only a minor stage. How molds infect plants and produce toxins, either in the field or during storage, remains a secret not yet unlocked by scientific research.

More information is needed about outbreaks that occur across Canada: the symptoms that appear in farm animals, the mycotoxins that cause illnesses in livestock, the levels at which mycotoxins cause nutritional and toxicological problems in animals, how mycotoxins in feedstuffs can be prevented, and how contaminated feeds can be decontaminated. These are some of the issues that still need to be resolved. The analysis of mycotoxin residues in animal products is another area requiring research.

Agriculture Canada recognizes the importance of mycotoxins to the agricultural and food industries. A major multidisciplinary research group is conducting in-depth studies on various aspects of mycotoxins to help farmers deal with problems associated with mycotoxin contamination of feeds. As new research findings become available, they will be published to keep the industry well informed.

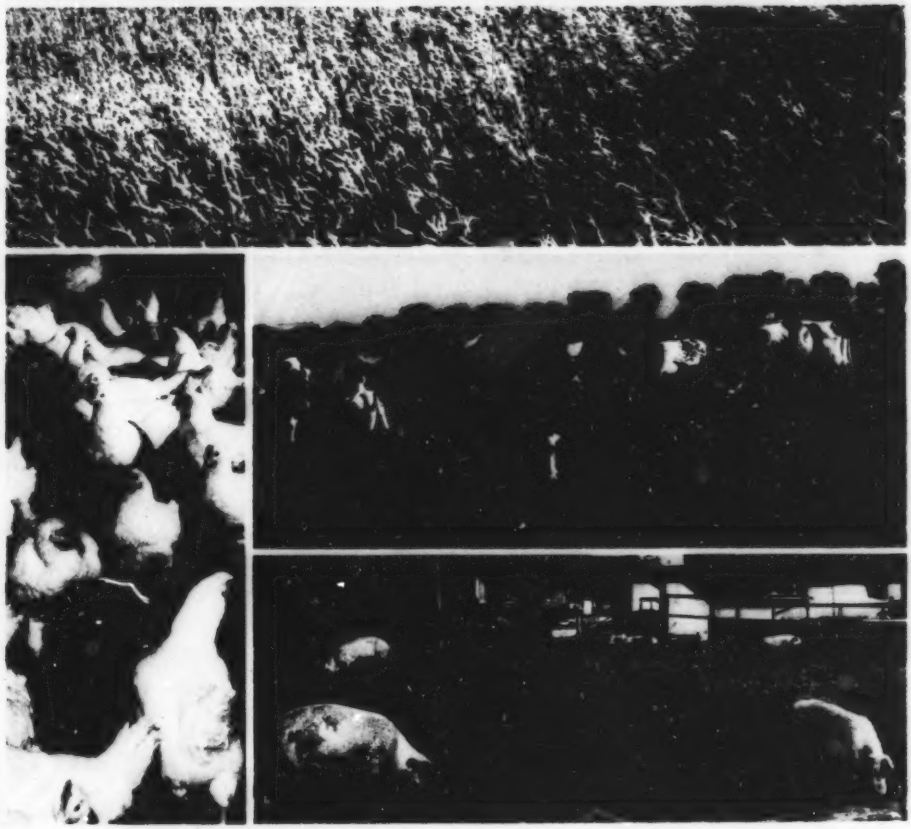
CONVERSION FACTORS

Metric units	Approximate conversion factors	Results in:
LINEAR		
millimetre (mm)	x 0.04	inch
centimetre (cm)	x 0.39	inch
metre (m)	x 3.28	feet
kilometre (km)	x 0.62	mile
AREA		
square centimetre (cm^2)	x 0.15	square inch
square metre (m^2)	x 1.2	square yard
square kilometre (km^2)	x 0.39	square mile
hectare (ha)	x 2.5	acres
VOLUME		
cubic centimetre (cm^3)	x 0.06	cubic inch
cubic metre (m^3)	x 35.31	cubic feet
	x 1.31	cubic yard
CAPACITY		
litre (L)	x 0.035	cubic feet
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2.5	bushels
WEIGHT		
gram (g)	x 0.04	oz avdp
kilogram (kg)	x 2.2	lb avdp
tonne (t)	x 1.1	short ton
AGRICULTURAL		
litres per hectare (L/ha)	x 0.089	gallons per acre
	x 0.357	quarts per acre
	x 0.71	pints per acre
millilitres per hectare (mL/ha)	x 0.014	fl. oz per acre
tonnes per hectare (t/ha)	x 0.45	tons per acre
kilograms per hectare (kg/ha)	x 0.89	lb per acre
grams per hectare (g/ha)	x 0.014	oz avdp per acre
plants per hectare (plants/ha)	x 0.405	plants per acre

Vomitoxine et zéaralénone dans les aliments du bétail

Agriculture Canada

Publication 1745 F



Canada

PUBLICATION 1745/F, on peut obtenir des exemplaires
à la Direction générale des communications,
Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1982
N° de cat. A63—1745/1982F ISBN: 0-662-91750-2
Impression 1982 Réimpression 1986 2M-2:86

Vomitoxine et zéaralénone dans les aliments du bétail

H.L. Trenholm, D.W. Friend et R.M.G. Hamilton
Centre de recherche zootechnique, Ottawa (Ont.)

B.K. Thompson
Institut de recherche technique et statistique, Ottawa (Ont.)

Introduction

La contamination des cultures céréalières par les moisissures fait l'objet d'une certaine inquiétude chez le secteur canadien de l'élevage, tant des bestiaux que de la volaille. Les moisissures et leurs métabolites toxiques, connus sous le nom de mycotoxines, menacent la santé et la productivité des animaux.

Les spores des moisissures, qui se trouvent en abondance dans la nature, infectent les plantes en croissance de même que le grain durant et après la récolte. Dans des conditions favorables de température et d'humidité élevée, elles commencent à se développer. Des signes de contamination par les champignons microscopiques ou moisissures apparaissent bientôt. Certaines moisissures ne font que réduire la valeur nutritive et l'appétibilité des aliments, alors que d'autres, qui peuvent sembler inoffensives, produisent des mycotoxines durant leur cycle de croissance. Lorsque des aliments sont infectés par ces toxines, les animaux de ferme refusent parfois d'en manger ou, s'ils en consomment, ils peuvent être malades.

Le bétail qui consomme des aliments fortement contaminés par des mycotoxines peut manifester rapidement de graves réactions (vomissements, lésions des organes internes, fèces sanguinolentes) et parfois mourir. Si la contamination est plus faible, elle peut conduire à une diminution de la consommation alimentaire, à un ralentissement de la croissance et, parfois, en réduisant la résistance des animaux à l'infection, à d'autres troubles.

Il nous en reste encore à apprendre sur la façon dont les moisissures se développent et produisent leurs métabolites toxiques. Une grande partie de nos connaissances actuelles sur l'action des mycotoxines est fondée sur des preuves indirectes ressortant de rapports où l'on fait état d'une diminution du rendement des animaux et même, de la mortalité. La toxicité potentielle des mycotoxines renforce la nécessité d'être très prudent face aux aliments contaminés.

Contamination des aliments du bétail par les mycotoxines

Certains incidents isolés comme le refus de manger, des vomissements et d'autres formes de maladies ont été signalés dans certaines régions du Canada où l'on soupçonnait une contamination des aliments par les mycotoxines. L'apparition d'un grave foyer de toxicité causé par les moisissures est toujours à craindre. Cependant, il n'y a pas eu encore de cas avec preuve à l'appui qu'une mycotoxine ait été l'agent spécifique de maladies chez le bétail. En 1980, la germination sur pied, phénomène fréquent cette année-là chez le blé d'hiver, et la croissance de moisissures sur les grains dans les champs ont fait redouter au personnel d'Agriculture Canada une contamination par les mycotoxines qui pourrait affecter la santé et la productivité des animaux. En effet, on a décelé de la vomitoxine non seulement dans le blé d'hiver, mais dans la récolte de blé de printemps de l'année suivante, dans l'est du Canada. La coloration rose du blé était causée par la présence du *Fusarium*, moisissure qui peut se développer sur les végétaux et produire des mycotoxines dans certaines régions du Canada à climat tempéré. Bien que de basses températures accompagnées d'une humidité élevée semblent favoriser la croissance des moisissures, on ignore quelle est, au juste, la condition ou la combinaison de facteurs nécessaires à la production de mycotoxines par les moisissures. On ne sait pas trop non plus quels agents peuvent être utilisés pour empêcher la croissance de moisissures et la formation de toxines.

Parfois, les *Fusarium* produisent la vomitoxine, parfois, la zéaralénone, qui pourrait être également la source de contamination des aliments du bétail et parfois les deux.

La vomitoxine

Ce dont on s'inquiète surtout actuellement, c'est de la vomitoxine. Mais, il n'y a pas de raison de supposer que la vomitoxine sera la mycotoxine qui occasionnera des problèmes à l'avenir. D'ailleurs, pour n'importe quelle culture de n'importe quelle région au Canada, une autre mycotoxine (sinon plusieurs) peut être plus importante. Récemment, on s'est intéressé surtout à la contamination par la vomitoxine parce que les conditions du milieu semblent en avoir favorisé la production et que l'on dispose de méthodes d'analyse précises pour la dépister.

La vomitoxine vient tout juste d'être identifiée comme une mycotoxine qui se développe naturellement. Dans l'est du Canada, on en a trouvé dans le maïs et le blé. Sa structure chimique s'apparente à celle d'un groupe de toxines appelées « trichothécènes », longtemps considérées comme un grave danger pour la santé des animaux domestiques et des êtres humains. Par conséquent, il faut être prudent lorsqu'on sert des produits végétaux contaminés par la vomitoxine.

Dès le début des années 1900, on a rapporté des cas d'inappétence et de vomissements, symptômes observés chez des animaux auxquels on avait servi des grains moisis. On a observé des vomissements pour la première fois chez des porcs après l'ingestion de maïs moisi et de grains appelés « scabieux ». Des porcs ont refusé le même maïs que pourtant les bovins et la volaille acceptaient de manger.

Dans de nombreux cas de vomissements, de ralentissements de la croissance et de pertes de poids, notés sur le terrain, on a décelé de la vomitoxine dans la réserve d'aliments en question. Au Centre de recherche zootechnique d'Agriculture Canada à Ottawa, au cours des essais d'alimentation portant sur du blé contaminé naturellement, on n'a observé aucun vomissement lorsque les porcs avaient un régime contenant jusqu'à 0,7 p.p.m. (mg/kg) de vomitoxine. Cependant, lorsque leur régime contenait de la vomitoxine aux taux faibles de 0,3 à 0,7 p.p.m., on a remarqué une certaine réduction de la consommation alimentaire et du croît.

La volaille semble être plus tolérante à la vomitoxine que les porcs. Dans des études menées au Centre de recherche zootechnique, on n'a signalé aucune différence dans le gain de poids ou la valorisation alimentaire entre les Leghorn blanches ou les poulets à griller nourris d'aliments contaminés naturellement, contenant jusqu'à 0,7 p.p.m. de vomitoxine, et les poussins auxquels on servait un régime témoin exempt de vomitoxine. Lorsqu'on a donné à de jeunes poules Leghorn blanches un régime qui avait une concentration en vomitoxine atteignant 0,7 p.p.m., on n'a observé aucun effet sur la consommation et la valorisation alimentaires, la ponte ou la mortalité. Par contre, on a noté une légère diminution du poids de l'œuf et de la coquille, ainsi que du pourcentage et de l'épaisseur de la coquille.

D'autres expériences s'avèrent nécessaires pour que l'on puisse vraiment évaluer la toxicité de la vomitoxine dans la volaille.

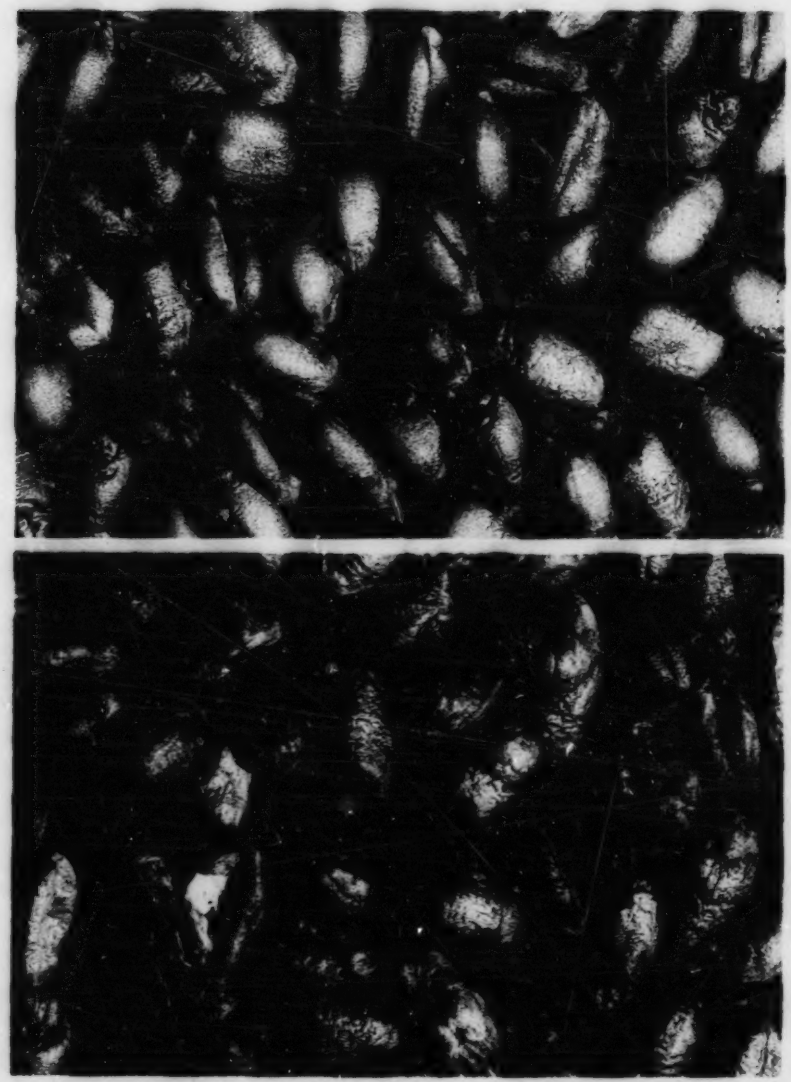
La zéaralénone

La zéaralénone peut causer des troubles de reproduction (effets œstrogènes) chez les animaux de ferme, notamment les porcs. Cette mycotoxine a été découverte dans les céréales cultivées dans l'est du Canada.

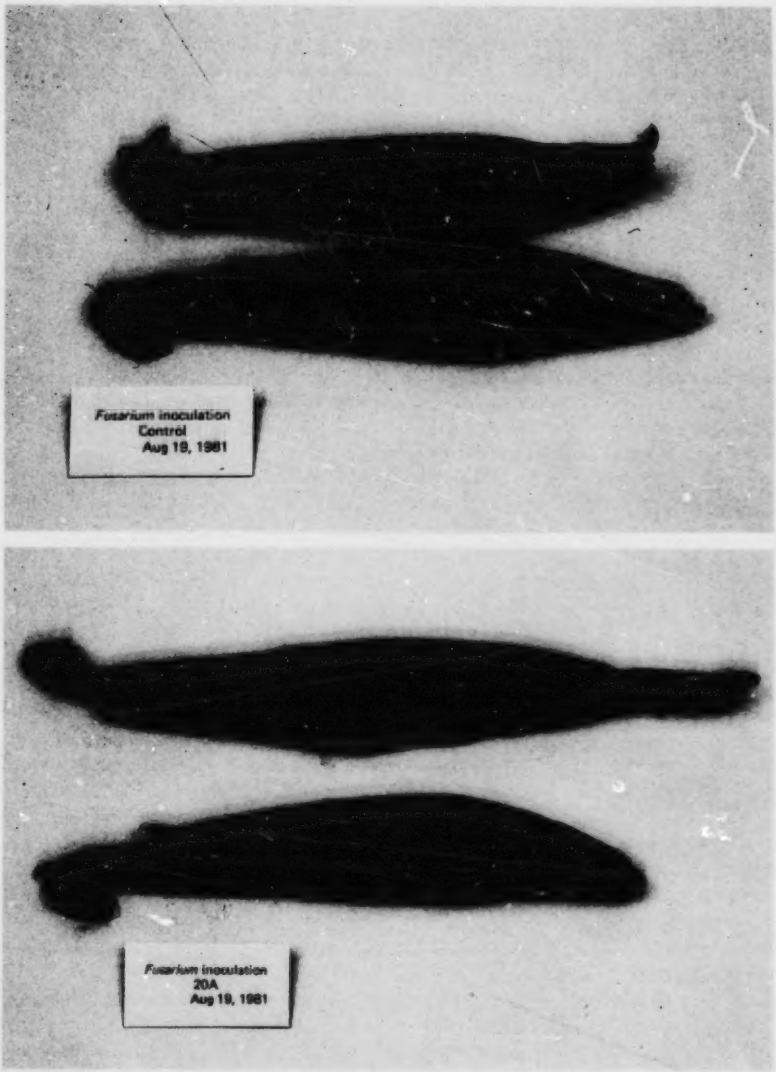
Des chercheurs canadiens ont effectué des études sur le maïs contaminé par le *Fusarium* servi aux porcs. Les femelles accusaient un œstrus (chaleur) prolongé tandis que chez les verrats, on notait une diminution de l'instinct sexuel. Aucune conception ne s'est produite durant l'expérience de 4 mois. Les travaux indiquent aussi que la zéaralénone qui se trouve dans le régime peut être excrétée dans le lait de la truie et produire des symptômes cliniques chez les porcelets.

Chez le porc, la zéaralénone a été associée à d'autres troubles de la reproduction (avortement, momification du fœtus, porcelets mort-nés, diminution de la taille de la portée) ainsi qu'à la faiblesse ou au manque de coordination des membres arrières. Le syndrome œstrogénique ne se limite pas aux porcs. On a établi aussi un lien entre des troubles de reproduction observés chez les bovins et la zéaralénone qui se trouve dans le régime. Malheureusement, cependant, très peu de recherches se font sur les ruminants.

Contrairement aux effets reconnus sur la reproduction, il y a très peu de données pour confirmer que la contamination des aliments par la zéaralénone modifie la consommation ou le croît ou encore qu'elle entraîne directement la mort.



En haut, grain de blé non contaminé. *En bas*, grain de blé contenant 7 p.p.m. de vomitoxine. À noter, la couleur rose bourgogne sur les grains de blé contaminés.



Ces épis de maïs proviennent d'une étude basée sur l'inoculation de moisissure du *Fusarium* sur le terrain. *En haut*, des épis non inoculés. *En bas*, la croissance de la moisissure sur les épis inoculés donne cette couleur bourgogne propre à la moisissure du *Fusarium*.

La volaille semble tolérer une concentration élevée de zéaralénone dans son régime. D'après les résultats d'expériences sur des poulets, rapportés dans des revues scientifiques, l'absorption orale d'une certaine dose de zéaralénone n'est pas mortelle. Cependant, si la volaille absorbe une quantité excessive de zéaralénone, les résidus de ce produit dans la viande et les œufs peuvent être un danger pour la santé.

Conclusions

Il n'y a pas de règles ou de marche à suivre simples que l'on puisse adopter lorsqu'il s'agit de servir des aliments moisis aux bestiaux et à la volaille. Le problème est à deux tranchants: d'une part, les moisissures produisent rarement des toxines en concentration assez élevée pour occasionner des problèmes, mais, d'autre part, lorsque des toxines se manifestent, les pertes économiques peuvent être dévastatrices. L'examen à l'œil des aliments destinés aux animaux peut avertir le producteur des dangers possibles. L'analyse chimique qui a pour but de déterminer avec exactitude la concentration des mycotoxines habituelles est onéreuse, fastidieuse et, pour l'instant, impossible à obtenir partout au Canada.

Il faut faire preuve de prudence lorsqu'on sert des céréales moisies. On doit les mélanger à un aliment exempt de moisissure, au moins, et vérifier la toxicité en servant de petites quantités du mélange à quelques animaux seulement. Si des symptômes apparaissent, il faudra cesser de servir les aliments contaminés. Les animaux prêts à l'abattage ne doivent pas recevoir d'aliments contaminés. Malheureusement, des méthodes pratiques n'ont pas encore été mises au point pour décontaminer les aliments du bétail qui contiennent des mycotoxines.

Notre connaissance des mycotoxines n'est jusqu'ici qu'élémentaire. La façon dont les moisissures infectent les plantes et produisent des mycotoxines, que ce soit sur le terrain ou en entrepôt, demeure un secret qui n'a pas encore été élucidé par la recherche.

Il nous faut plus d'information sur l'apparition de foyers au Canada. Quels symptômes manifestent les animaux de ferme? Quelles sont les mycotoxines pathogènes pour le bétail? À quelle concentration les mycotoxines occasionnent-elles des troubles nutritionnels et toxicologiques chez les animaux? Comment peut-on empêcher la contamination des aliments du bétail par les mycotoxines? Comment peut-on décontaminer ces aliments? Autant de questions qui demeurent sans réponse. L'analyse des résidus de mycotoxines dans les produits animaux est un autre aspect qui mérite l'étude.

À Agriculture Canada, on est bien conscient de l'importance du problème posé par les mycotoxines pour l'industrie agro-alimentaire. Dans le but de permettre aux cultivateurs de surmonter les difficultés liées à la contamination des aliments par les mycotoxines, une grande équipe pluridisciplinaire de chercheurs s'est mise à l'étude en profondeur des divers aspects des mycotoxines. À mesure que de nouvelles données émergeront de leurs recherches, on les publiera, afin de maintenir bien au courant les membres de l'industrie.

FACTEURS DE CONVERSION

Unité métrique	Facteur approximatif de conversion	Donne
LINÉAIRE		
millimètre (mm)	x 0,04	pouce
centimètre (cm)	x 0,39	pouce
mètre (m)	x 3,28	pied
kilomètre (km)	x 0,62	mille
SUPERFICIE		
centimètre carré (cm^2)	x 0,15	pouce carré
mètre carré (m^2)	x 1,2	verge carrée
kilomètre carré (km^2)	x 0,39	mille carré
hectare (ha)	x 2,5	acre
VOLUME		
centimètre cube (cm^3)	x 0,06	pouce cube
mètre cube (m^3)	x 35,31	pied cube
	x 1,31	verge cube
CAPACITÉ		
litre (L)	x 0,035	pied cube
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2,5	boisseaux
POIDS		
gramme (g)	x 0,04	once
kilogramme (kg)	x 2,2	livre
tonne (t)	x 1,1	tonne courte
AGRICOLE		
litres à l'hectare	x 0,089	gallons à l'acre
	x 0,357	pintes à l'acre
	x 0,71	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare	x 0,014	onces liquides à l'acre
tonnes à l'hectare	x 0,45	tonnes à l'acre
kilogrammes à l'hectare	x 0,89	livres à l'acre
grammes à l'hectare	x 0,014	onces à l'acre
plants à l'hectare	x 0,405	plants à l'acre